



(19) **RU** <sup>(11)</sup> **2 032 142** <sup>(13)</sup> **C1**

(51) МПК<sup>6</sup> **G 01 B 5/02**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО  
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 5033255/28, 19.03.1992

(46) Дата публикации: 27.03.1995

(56) Ссылки: 1. Марков Н.Н. и Ганевский С.М.  
Конструкция, расчет и эксплуатация  
измерительных инструментов и приборов. М.:  
Машиностроение, 1981, с.72.2. П.Там же, с.73.

(71) Заявитель:

Турухано Борис Ганьевич,  
Турухано Никулина,  
Якутович Владимир Николаевич

(72) Изобретатель: Турухано Борис Ганьевич,  
Турухано Никулина, Якутович Владимир  
Николаевич

(73) Патентообладатель:

Турухано Борис Ганьевич,  
Турухано Никулина,  
Якутович Владимир Николаевич

(54) ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ МИКРОМЕТРИЧЕСКАЯ ГОЛОВКА "ТУБОР"

(57) Реферат:

Изобретение относится к измерительной технике и может быть использовано в машиностроении, оптико-механической промышленности. Головка измерительная микрометрическая содержит корпус, размещенные в нем опоры, выполненные в виде разнесенных по длине измерительного цилиндрического стержня двух узлов. На одном конце измерительного стержня закреплен наконечник, на другом - привод его перемещения в виде гибкой нити и шарика, закрепленного на другом ее конце. Измерительный цилиндрический стержень выполнен с плоским продольным срезом, плоскость среза которого параллельна оси

стержня, и сквозным продольным пазом, симметричным относительно оси измерительного стержня и перпендикулярным плоскости среза. Измерительный узел выполнен в виде жестко связанных с корпусом осветителя, фотоприемника и двух дифракционных решеток, одна из них измерительная, расположена в пазу измерительного стержня так, что плоскость ее решетки параллельна плоскости среза, а ее штрихи перпендикулярны оси измерительного стержня, вторая решетка индикаторная, жестко связана с корпусом и ее плоскость параллельна плоскости измерительной решетки. 3 з.п. ф-лы, 3 ил.

RU 2 032 142 C1

RU 2 032 142 C1



(19) **RU** <sup>(11)</sup> **2 032 142** <sup>(13)</sup> **C1**  
 (51) Int. Cl.<sup>6</sup> **G 01 B 5/02**

RUSSIAN AGENCY  
 FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 5033255/28, 19.03.1992

(46) Date of publication: 27.03.1995

(71) Applicant:  
 Turukhano Boris Gan'evich,  
 Turukhano Nikulina,  
 Jakutovich Vladimir Nikolaevich

(72) Inventor: Turukhano Boris Gan'evich,  
 Turukhano Nikulina, Jakutovich Vladimir  
 Nikolaevich

(73) Proprietor:  
 Turukhano Boris Gan'evich,  
 Turukhano Nikulina,  
 Jakutovich Vladimir Nikolaevich

(54) **MEASURING MICROMETRIC HEAD**

(57) Abstract:

FIELD: measurement technology.  
 SUBSTANCE: measuring micrometric head has frame, supports located in it manufactured in the form of two units spread over length of measuring cylindrical rod. One end of measuring rod has lug, its other end carries drive in the form of flexible filament and ball attached to its other end. Measuring cylindrical rod is fabricated with flat longitudinal cut which plane is parallel to axis of rod and with through longitudinal groove symmetric relative to axis of

measuring rod and perpendicular to plane of cut. Measuring unit is made in the form of illuminator, photodetector and two diffraction gratings coupled to frame. One of gratings is measuring one, it is located in groove of measuring rod so that plane of its grating is parallel to plane of cut and its lines are perpendicular to axis of measuring rod. Second grating is indicating one, it is rigidly coupled to frame and its plane is parallel to plane of measuring grating. EFFECT: enhanced precision of measurements. 4 cl, 3 dwg

RU 2 0 3 2 1 4 2 C 1

RU 2 0 3 2 1 4 2 C 1

Изобретение относится к измерительной технике, точнее к области измерения линейных размеров объектов фотозлектрическими преобразователями на базе дифракционных решеток, может быть использовано в машиностроении, оптико-механической промышленности и т.д.

Известно устройство головки измерительной микрометрической (ГИМ)-оптикатор [1], для измерения линейных размеров объектов, содержащее корпус, измерительный цилиндрический стержень с наконечником, обладающий осью, измерительный элемент и опоры, измерительный цилиндрический стержень с возможностью перемещения относительно опор вдоль собственной оси. Измерительный элемент состоит из скрученной ленты, на которой установлено зеркало в средней ее части. ГИМ-оптикатор содержит также осветитель, состоящий из лампы и конденсатора, прямоугольную диафрагму, в середине которой натянута тонкая нить, объектив и шкалу оптикатора.

Устройство работает следующим образом.

Наконечник контактирует с поверхностью измеряемой детали и смещается вместе с измерительным стержнем. При перемещении стержня скрученная лента растягивается и поворачивается вместе с приклеенным на ней зеркалом, на которое направлен световой поток от лампы через конденсатор, прямоугольную диафрагму и объектив. Объектив проецирует изображение диафрагмы в виде светлого прямоугольника с узким темным штрихом посередине. Этот штрих и используется в качестве индекса при отражении изображения диафрагмы ("зайчика") на поверхность шкалы оптикатора.

Таким образом принцип действия головки оптикатора основан на использовании упругих свойств скрученной пружинной ленты. Оптикаторы имеют цену деления 0,1; 0,2 и 0,5 мкм при диапазонах измерений длины от 24 до 100 мкм. Благодаря наличию оптического рычага в пределах всего диапазона измерений погрешность укладывается в цену деления.

Этим устройством, в силу конструктивных особенностей скрученной ленты и ее свойств, невозможно измерить большие линейные размеры порядка десятков миллиметров и более.

Из известных устройств ГИМ наиболее близким по технической сути является ГИМ-микатор [1] (с.73). Известное устройство ГИМ-микатор, принятое за прототип, содержит корпус, измерительный цилиндрический стержень с наконечником, обладающий осью и установленный на шариковых направляющих, выполняющих функцию опор. ИС имеет возможность перемещения относительно этих опор вдоль собственной оси. ГИМ-микатор содержит также измерительный элемент, состоящий из скрученной ленты, к которой жестко прикреплен стрелка и циферблат с делениями. Кроме того, измерительный стержень имеет в верхней части дополнительный кронштейн, через который создается измерительное усилие с помощью пружины. Кронштейн обладает упором, находящимся в контакте с рычагом, к которому жестко прикреплен один конец скрученной ленты.

Устройство работает следующим образом.

При перемещении измерительного стержня по шариковым направляющим его упор в верхней части освобождает рычаг, к которому прикреплен конец скрученной ленты. Рычаг, отгибаясь, растягивает скрученную ленту, которая поворачивается вместе со стрелкой, показывая на циферблате величину линейного размера. Микаторы изготавливают с ценой деления 0,2; 0,5; 1 и 2 мкм и с диапазоном измерения длины объекта до 200 мкм. Микатор имеет преимущества перед оптикатором, так как шариковые направляющие делают измерительный стержень менее уязвимым к боковым смещениям. Однако ось измерительного стержня не совпадает с осью измерительной системы (не содержит центр тяжести скрученной ленты) и приводит к дополнительным ошибкам при измерениях.

Этим устройством, в силу тех же конструктивных особенностей скрученной ленты и ее свойств, также невозможно измерить большие линейные размеры объектов порядка десятков миллиметров и более, как и в предыдущем устройстве оптикатора.

Цель изобретения - создание устройства ГИМ для расширения диапазона измерения линейных размеров объекта до 100 мм и более и сохранения высокого разрешения и субмикронной точности во всем измеряемом диапазоне.

Цель достигается тем, что в устройстве ГИМТ, содержащей корпус, измерительный цилиндрический стержень с наконечником, обладающий осью, измерительный элемент и опоры, измерительный цилиндрический стержень с возможностью перемещения относительно опор вдоль собственной оси, измерительный цилиндрический стержень выполнен с плоским продольным срезом, параллельным оси стержня, и сквозным продольным пазом, перпендикулярным плоскости среза, расположенным симметрично относительно оси измерительного цилиндрического стержня, опоры выполнены в виде двух узлов, расположенных внутри корпуса в пределах плоскости среза, один из узлов включает четыре подшипника, первые два подшипника соосны и установлены в контакте с плоскостью среза, их ось параллельна плоскости среза и перпендикулярна оси измерительного цилиндрического стержня и жестко связана с корпусом, расположены с двух сторон сквозного паза, симметрично относительно оси измерительного цилиндрического стержня, вторые два подшипника установлены в контакте с цилиндрической поверхностью измерительного цилиндрического стержня и ориентированы таким образом, что их оси перпендикулярны радиусам цилиндрической поверхности измерительного цилиндрического стержня, проведенными в точки контакта подшипников с цилиндрической поверхностью измерительного цилиндрического стержня и находятся в одной плоскости с осями первых двух подшипников, расположены симметрично относительно плоскости, проходящей через ось измерительного цилиндрического стержня и перпендикулярной плоскости среза, ось

одного из двух вторых подшипников жестко связана с корпусом, а ось другого подшипника подпружинена в направлении радиуса цилиндрической поверхности измерительного цилиндрического стержня, проведенного в точку контакта подшипника с цилиндрической поверхностью измерительного цилиндрического стержня, второй узел включает узел с подшипниками, находящимися в контакте с плоскостью среза, и два подшипника, установленные в контакте с цилиндрической поверхностью измерительного цилиндрического стержня, их оси находятся в одной плоскости с осями подшипников узла с подшипниками, находящимися в контакте с плоскостью среза, расположены симметрично относительно плоскости, проходящей через ось измерительного цилиндрического стержня и перпендикулярной плоскости среза, ось одного из двух вторых подшипников жестко связана с корпусом, а ось другого подшипника подпружинена в направлении радиуса цилиндрической поверхности измерительного цилиндрического стержня, проведенного в точку контакта подшипника с цилиндрической поверхностью измерительного цилиндрического стержня, а измерительный элемент состоит из двух дифракционных решеток - измерительной и индикаторной, осветителя и фотоприемного устройства, жестко связанные с корпусом, измерительная дифракционная решетка установлена в пазу измерительного цилиндрического стержня, жестко связана с ним и ориентирована таким образом, что плоскость решетки параллельна плоскости среза, а штрихи дифракционной решетки перпендикулярны оси измерительного цилиндрического стержня, индикаторная дифракционная решетка жестко связана с корпусом и ориентирована таким образом, что ее плоскость параллельна плоскости измерительной дифракционной решетки, а ее штрихи параллельны штрихам измерительной дифракционной решетки, головка снабжена также узлом перемещения измерительного цилиндрического стержня.

Цель достигается также тем, что узел с подшипниками, находящимися в контакте с плоскостью среза, содержит один подшипник, его ось параллельна плоскости среза, перпендикулярна оси измерительного цилиндрического стержня и жестко связана с корпусом, расположен симметрично относительно плоскости, проходящей через ось измерительного цилиндрического стержня и перпендикулярной плоскости среза, а также тем, что узел с подшипниками, находящимися в контакте с плоскостью среза, содержит два соосных подшипника, установленные в контакте с плоскостью среза, их ось параллельна плоскости среза, перпендикулярна оси измерительного цилиндрического стержня и жестко связана с корпусом, расположенные с двух сторон сквозного паза, симметрично относительно оси измерительного цилиндрического стержня.

Кроме того корпус обладает отверстием, расположенным на противоположном наконечнику измерительного цилиндрического стержня конце корпуса, а узел перемещения измерительного цилиндрического стержня выполнен в виде шарика и гибкой нити, которая одним своим концом прикреплена к

другому концу измерительного цилиндрического стержня, чем наконечник, проходит через отверстие в корпусе, а другим концом связана с шариком, и точка крепления гибкой нити к измерительному цилиндрическому стержню, а также центр отверстия в корпусе находятся на оси измерительного цилиндрического стержня.

Такое конструктивное выполнение заявляемого устройства позволяет осуществить измерение больших линейных размеров объекта до 100 мм и более при высоком разрешении и точности, заключенной в субмикронной области.

На фиг. 1 изображена конструкция ГИМТ; на фиг.2 - разрез А-А на фиг.1; на фиг.3 - разрез Б-Б на фиг.1.

ГИМТ содержит корпус 1, измерительный цилиндрический стержень (ИС) с наконечником 2, измерительную дифракционную решетку 3, индикаторную дифракционную решетку 4. Стержень с наконечником 2 цилиндрической формы выполнен с продольным срезом 5 и имеет в области среза сквозной продольный паз 6. Опоры выполнены в виде двух узлов. Один из узлов включает три подшипника (фиг. 2), из которых оси подшипников 7 и 8 жестко связаны с корпусом 1, а ось подшипника 9 подпружинена в направлении радиуса цилиндрической поверхности ИС, второй узел (фиг.3) состоит из четырех подшипников, из которых оси подшипников 10, 11 и 12 жестко связаны с корпусом, а ось подшипника 13 подпружинена в направлении радиуса цилиндрической поверхности ИС. Кроме того жестко с корпусом связана осветительная система (фиг.1), состоящая из источника 14 излучения, коллиматора 15, отражающего зеркало 16 и фотоприемной матрицы 17, содержащей не менее двух фотоприемников.

В описываемом варианте выполнения устройства содержится также гибкая нить 18, один конец связан с ИС и проходит через отверстие в корпусе 19, а второй конец находится в свободном состоянии. Причем точка крепления гибкой нити 20 и отверстие в корпусе 19 расположены соосно с ИС. К свободному концу гибкой нити прикреплен шарик 21.

Принцип работы ГИМТ для измерения линейных размеров объектов заключается в следующем.

Пучок излучения, генерируемый источником 14 (фиг.1), коллимируется коллиматором 15, отражается от зеркала 16 и падает на решетки 4, 3. В поле интерференционных полос, образующихся за решетками, устанавливается матрица 17 фотоприемников, которая преобразует распределение интенсивности интерференционных полос в электрические сигналы. При смещении ИС с наконечником 2 во время определения линейного размера объекта решетка 3, жестко связанная с наконечником 2, смещается относительно решетки 4, и на выходах фотоприемников матрицы 17 формируются переменные электрические сигналы, сдвинутые по фазе на 90°. Эти сигналы поступают затем в блок электроники (2), где с помощью компаратора формируются счетные импульсы, по которым определяется линейный размер объекта.

Шарик 21, связанный с гибкой нитью 18, используется для принудительного

перемещения ИС наконечника 2 во время процесса измерения. Крепление гибкой нити 18 на оси ИС наконечника 2 в точке нити 20 и ее прохождение через отверстие в корпусе 19, соосной с осью ИС, устраняет боковые воздействия на ИС. Установка трех подшипников 7, 10 и 11 в контакте с плоскостью продольного среза 5 позволяет осуществить параллельное перемещение решетки 3 относительно решетки 4 в плоскости, параллельной плоскости среза, и параллельно измерительной линии и приводит к сохранению постоянства периода интерференционных полос на протяжении всего измеряемого линейного размера объекта, в результате чего увеличивается точность измерений. Установка решетки 3 в продольном сквозном пазу 6 позволяет совмещать ось ИС с измерительной линией, приводят к исключению дополнительных ошибок при измерениях. Конструктивные особенности двух узлов опор позволяют компенсировать люфт ИС, и, следовательно, увеличить точность измерений благодаря креплению подшипников 8 и 12 таким образом, что их оси жестко связаны с корпусом, а оси подшипников 9 и 13, подпружиненные в направлении соответствующих радиусов цилиндрической поверхности ИС. Подшипники 7, 10 и 11 позволяют сохранять постоянный зазор между решетками 3 и 4.

Конструкция ГИМТ, содержащая узел с подшипниками, позволяет сократить необходимую длину пробега подшипников, по сравнению с той длиной, которая требуется в конкретном приведенном примере, и, следовательно, позволяет уменьшить габариты ГИМТ при сохранении точности измерений. Конструкция предлагаемого ГИМТ увеличивает точность определения линейного размера объекта по следующим соображениям.

В предлагаемом устройстве ГИМТ измерительный элемент в виде скрученной ленты заменен системой из двух дифракционных решеток. Равномерность распределения штрихов, в частности, голографической дифракционной решетки, может быть очень высокой и достигает величины 0,1 мкм на 100 мм и выше. Это замена снимает также ограничение по величине определяемого линейного размера объекта, так как длина решетки 3 может быть неограниченной.

Конструктивные особенности опор таковы, что они позволяют осуществить параллельное перемещение решетки 3 относительно решетки 4 вдоль оси ИС с высокой степенью точности, в результате чего точность ГИМТ практически сохраняет точность решетки 3. Эти особенности следующие: все действующие усилия приведены к оси ИС; охват измерительного элемента (решеток 3, 4) опорами симметричен относительно измерительной линии таким образом, что центр тяжести системы всех опор находится на измерительной линии; база опор, т. е. расстояние между двумя узлами опор устройства, может быть увеличена по сравнению с прототипом.

Фиксированные и подпружиненные подшипники, находящиеся в контакте с цилиндрической поверхностью ИС,

компенсируют радиальный люфт ИС. Отсутствие поворотов ИС из-за присутствия в конструкции ГИМТ плоскости продольного среза.

Увеличивается величина определяемого линейного размера объекта при сохранении габаритов ГИМТ благодаря идентичности конструкции первого и второго узлов опор.

Такое конструктивное выполнение заявляемого устройства позволяет определять линейные размеры до 100 мм и более с точностью 0,1 мкм и делает возможным применять его в промышленности для определения линейных размеров объектов.

Таким образом заявляемое изобретение обеспечивает высокую точность определения больших линейных размеров объекта, больших размеров, чем у прототипа. В качестве измерительного элемента использовались две голографические решетки с частотой штрихов 1000 лин/мм. Длина решетки 3 равнялась 50 мм. Матрица фотоприемников состояла из трех фотодиодов. Количество подшипников, перемещающихся по поверхности продольного среза, равнялось трем. Точность измерения достигала 0,1 мкм на всю длину и равнялась цене деления.

### Формула изобретения:

#### ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ

#### МИКРОМЕТРИЧЕСКАЯ ГОЛОВКА "ТУБОР".

1. Измерительная микрометрическая головка, содержащая корпус, размещенные в нем опоры, размещенные в опорах с возможностью осевого перемещения измерительный цилиндрический стержень с наконечником на одном конце, предназначенным для взаимодействия с контролируемой поверхностью, измерительный узел, взаимодействующий с цилиндрическим измерительным стержнем, и привод перемещения цилиндрического измерительного стержня, отличающаяся тем, что цилиндрический измерительный стержень выполнен с плоским продольным срезом, плоскость которого параллельна оси стержня, и сквозным продольным пазом, перпендикулярным к плоскости среза, симметричным относительно оси измерительного цилиндрического стержня, опоры выполнены в виде разнесенных по длине цилиндрического измерительного стержня двух узлов, один из узлов выполнен в виде четырех подшипников, два из которых соосны, расположены симметрично относительно паза и предназначены для взаимодействия с плоскостью среза, ось этих подшипников жестко закреплена с корпусом и параллельна плоскости среза, третий и четвертый подшипники предназначены для взаимодействия с цилиндрической поверхностью стержня и ориентированы так, что их оси перпендикулярны к радиусам цилиндрической поверхности измерительного стержня, проведенным в точки контакта подшипников с цилиндрической поверхностью, расположены симметрично относительно плоскости, проходящей через ось измерительного стержня и перпендикулярной к плоскости среза, одна из осей жестко связана с корпусом, а другая ось подпружинена в направлении радиуса цилиндрического стержня, проведенного в точку контакта этого подшипника с

цилиндрической поверхностью измерительного стержня, второй узел включает механизм, предназначенный для взаимодействия с плоскостью среза, и два подшипника, предназначенные для взаимодействия с цилиндрической поверхностью стержня, расположены аналогично третьему и четвертому подшипникам первого узла, а измерительный узел выполнен в виде жестко связанных с корпусом осветителя, фотоприемника и двух дифракционных решеток, одна из них, измерительная, расположена в пазу измерительного цилиндрического стержня, жестко связана с ним и ориентирована так, что плоскость решетки параллельна плоскости среза, а ее штрихи перпендикулярны к оси измерительного цилиндрического стержня, вторая решетка, индикаторная, жестко связана с корпусом и ориентирована так, что ее плоскость параллельна плоскости измерительной

дифракционной решетки, а ее штрихи параллельны штрихам измерительной решетки.

5 2. Головка по п.1, отличающаяся тем, что механизм второго узла выполнен в виде измерительного подшипника, ось которого параллельна плоскости среза и жестко связана с корпусом.

10 3. Головка по п.1, отличающаяся тем, что механизм второго узла выполнен в виде соосно установленных симметрично относительно паза измерительного цилиндрического стержня двух подшипников, ось которых параллельна плоскости среза и перпендикулярна к оси стержня.

15 4. Головка по п.1, отличающаяся тем, что привод перемещения цилиндрического измерительного стержня выполнен в виде закрепленной на свободном конце цилиндрического стержня гибкой нити и шарика, закрепленного на другом конце гибкой нити.

20

25

30

35

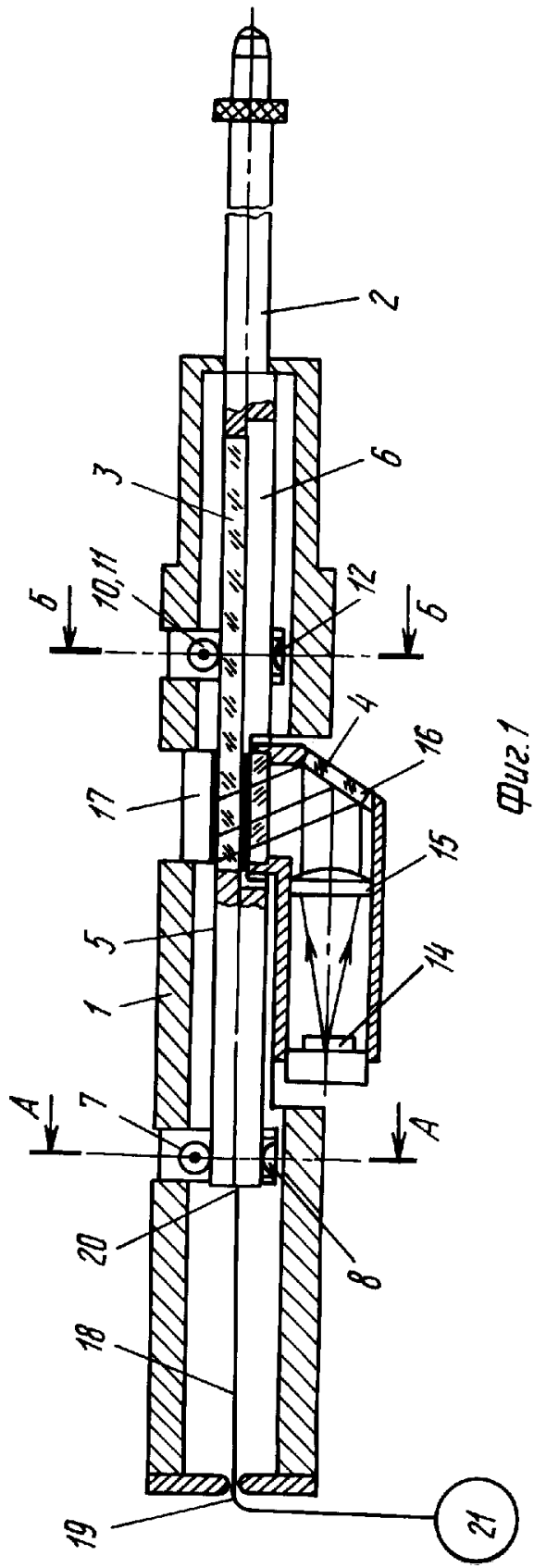
40

45

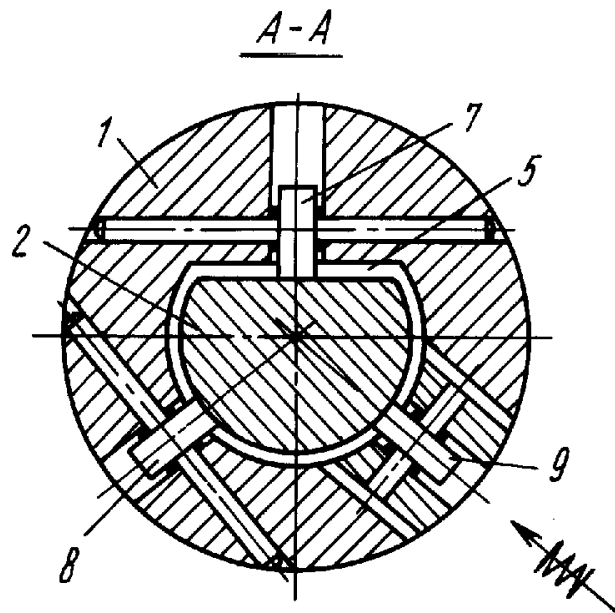
50

55

60

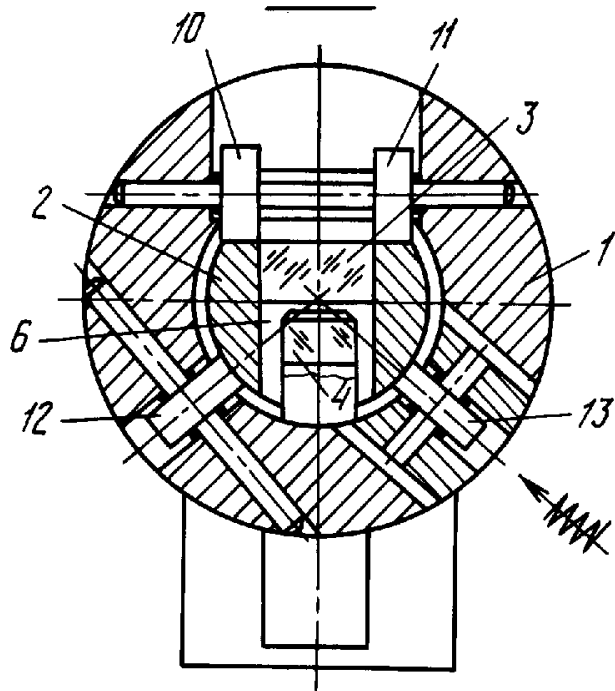


Фиг.1



Фиг. 2

Б-Б



Фиг. 3